

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pengertian Irigasi**

Menurut *Peraturan Pemerintah No. 23 tahun 1982* irigasi adalah usaha untuk penyediaan dan pengaturan air untuk menunjang pertanian, dan menurut *Peraturan Pemerintah No. 20 tahun 2006* merupakan usaha penyediaan pengaturan dan pembuangan air irigasi untuk menunjang pertanian yang jenisnya meliputi irigasi permukaan, irigasi rawa, irigasi air bawah tanah, irigasi pompa, dan irigasi tambak.

Sebagaimana telah diungkapkan, dalam dunia modern ini sudah banyak cara yang dapat dilakukan untuk melakukan irigasi, dan ini sudah berlangsung sejak Mesir Kuno. Irigasi juga merupakan suatu ilmu yang memanfaatkan air untuk tanaman, mulai dari tumbuh sampai masa panen. Air tersebut diambil dari sumbernya, dibawa melalui saluran, dibagikan kepada tanaman yang memerlukan air secara teratur dan setelah air tersebut terpakai, kemudian dibuang melalui saluran pembuang menuju sungai kembali.

Irigasi merupakan usaha untuk mendatangkan air dengan membuat bangunan dan jaringan berupa saluran-saluran untuk mengalirkan air guna keperluan pertanian, membagi-bagikan air ke sawah-sawah atau ladang-ladang dengan cara yang teratur dan membuang air yang tidak diperlukan lagi, setelah air itu digunakan dengan sebaik-baiknya. Oleh karena itu ilmu irigasi sangat penting untuk membuat petani atau rakyat sekitar dapat memanfaatkan sumber air yang ada, sehingga petani dapat meningkatkan kesejahteraan hidupnya.

Maksud irigasi adalah suatu sistem pemberian air ke tanah-tanah pertanian guna mencukupi kebutuhan tanaman agar tumbuh dengan baik. Adapun tujuan pemberian air irigasi adalah :

1. Tujuan Irigasi Secara Langsung

Membasahi tanah dengan menggunakan air Irigasi bertujuan untuk memenuhi kekurangan air di daerah pertanian pada saat air hujan kurang atau tidak ada sehingga keperluan air untuk mencukupinya perlu di datangkan atau disuplai dari

sumber lain dalam hal ini saluran irigasi yang mengambil air dari salah satu sumber air yang ada, agar dicapai suatu kondisi tanah yang baik untuk pertumbuhan tanaman dalam hubungannya dengan presentase kandungan air dan udara diantara butir-butir tanah.

## 2. Tujuan Irigasi Secara Tidak Langsung

Adalah pemberian air yang dapat menunjang usaha pertanian melalui berbagai cara antara lain :

### 1) Membasahi Tanah

Membasahi tanah dengan menggunakan air irigasi bertujuan untuk memenuhi kekurangan air di daerah pertanian pada saat air hujan kurang atau tidak ada sehingga keperluan air untuk mencukupinya perlu didatangkan atau disuplai dari sumber lain dalam hal ini saluran irigasi yang mengambil air dari salah satu sumber air yang ada. Hal ini sangat penting sekali karena kekurangan air yang diperlukan untuk tumbuh dapat mempengaruhi hasil panen tanaman tersebut.

### 2) Merabuk

Merabuk adalah pemberian air yang tujuannya selain membasahi juga memberikan zat-zat yang berguna bagi tanaman itu sendiri. Unsur-unsur yang diperlukan untuk tanaman agar tumbuh dengan baik adalah : C, O, H, N, P, K, Mg, Ca, S, dan Fe yang keseluruhannya diperoleh baik dari dalam tanah maupun dari air udara. Jadi membasahi dengan air hujan saja tidak cukup karena air hujan saja kurang memiliki zat-zat yang diperlukan untuk tanaman dibandingkan dengan air sungai, tetapi walaupun demikian terlebih dahulu kita wajib menyelidiki apakah air yang digunakan tersebut cocok untuk tanah dan tanaman yang akan kita tanam.

Zat-zat yang terkandung dalam air terdapat dalam lumpur yang terbawa oleh air dan larut didalamnya. Oleh karena zat-zat yang terkandung dalam air umumnya tidak banyak, maka untuk mencapai tujuan merabuk ini diperlukan banyak air.

### 3) Mengatur Suhu

Tanaman dapat tumbuh dengan baik pada suhu yang tidak terlalu tinggi dan juga tidak terlalu rendah, sesuai dengan jenis tanamannya. Menurut hasil percobaan terhadap padi ternyata padi dapat tumbuh dengan baik pada temperatur 33°C s/d 37°C. Pada temperatur 40°C pertumbuhan padi akan terhambat. Dengan demikian suhu merupakan faktor penting dalam pertumbuhan tanaman.

### 4) Membersihkan tanah/membasmi Hama

Irigasi dengan tujuan ini bermaksud untuk membasmi hama-hama yang berada dan bersarang dalam tanah dan membahayakan bagi tanaman, sehingga pada musim kemarau sebaiknya sawah ini diberi air agar sifat garamnya hilang.

### 5) Kolmatase

Kolmatase adalah pengairan dengan maksud memperbaiki atau meninggikan permukaan tanah. Dengan demikian pengairan dengan maksud seperti ini perlu mengairkan air yang banyak mengandung lumpur dan air yang diperlukan meninggikan air tanah kecepatannya perlu diatur agar lumpur yang terbawa hanyut jatuh dan mengendap ditempat yang kita harapkan dan tidak mengendap pada saluran pembawa.

### 6) Menambah Persediaan Air Tanah

Tujuan ini bermaksud untuk menambah persediaan air tanah untuk keperluan sehari-hari. Biasanya dilakukan dengan cara menahan air disuatu tempat (waduk), sehingga memberikan kesempatan pada air tersebut untuk meresap kedalam tanah yang pada akhirnya dimanfaatkan oleh yang memerlukannya. Adapun manfaat yang dapat kita ambil dari irigasi adalah :

1. Sistem dapat menjamin sepenuhnya persediaan air untuk tanaman
2. Sistem dapat menjamin waktu panen pada saat musim kering.
3. Menjaga suhu tanah agar tetap dingin.
4. Mencuci garam-garam yang berada dalam tanah.
5. Memperkecil resiko rembesan air tanah.
6. Agar tanah lebih mudah dikerjakan pada waktu membajak.

## 2.2 Jenis-Jenis Irigasi

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya irigasi adalah merupakan suatu tindakan memindahkan air dari sumbernya ke lahan-lahan pertanian, adapun pemberiannya dapat dilakukan secara gravitasi atau dengan bantuan pompa air. Pada prakteknya ada 4 (empat) jenis irigasi ditinjau dari cara pemberian airnya :

### 1. Irigasi Gravitasi (*Gravitational Irrigation*)

Irigasi gravitasi adalah irigasi yang memanfaatkan gaya tarik gravitasi untuk mengalirkan air dari sumber setempat yang membutuhkan, pada umumnya irigasi ini dapat digunakan di Indonesia meliputi irigasi genangan liar, irigasi genangan dari saluran, irigasi alur dan gelombang.

### 2. Irigasi Bawah Tanah (*Sub Surface Irrigation*)

Irigasi bawah tanah adalah irigasi yang pemberian air dibawah permukaan tanah dilakukan menggunakan pipa (*tiles*) yang dibenamkan kedalam tanah dan penyuplaian air langsung ke daerah akar tanaman yang membutuhkannya melalui aliran air tanah. Dengan demikian, tanaman yang diberi air lewat permukaan tetapi dari bawah permukaan dengan mengatur muka air tanah.

### 3. Irigasi Siraman (*Sprinkler Irrigation*)

Pada irigasi ini pemberian airnya dengan cara penyiraman mencakup *oscillating sprinkler* dan *rotary sprinkler*, semuanya juga disebut *overhad irrigation* karena air diberikan atau disiramkan dari atas seperti air hujan. Pemberiaan air dengan penyiraman sangat efisien. Pada tanah bertekstur kasar, efisiensi pemakaian air dengan penyiraman dua kali lebih tinggi dari pemberian air permukaan.

### 4. Irigasi Tetesan (*Trickler Irrigation*)

Pada irigasi tetes, air diberikan dalam kecepatan yang rendah disekitar tanaman menggunakan *emitter*. Pada pemberiaan air dengan penyiraman dan irigasi tetes, kedalam air pengairan, dapat ditambahkan pestisida atau pupuk.

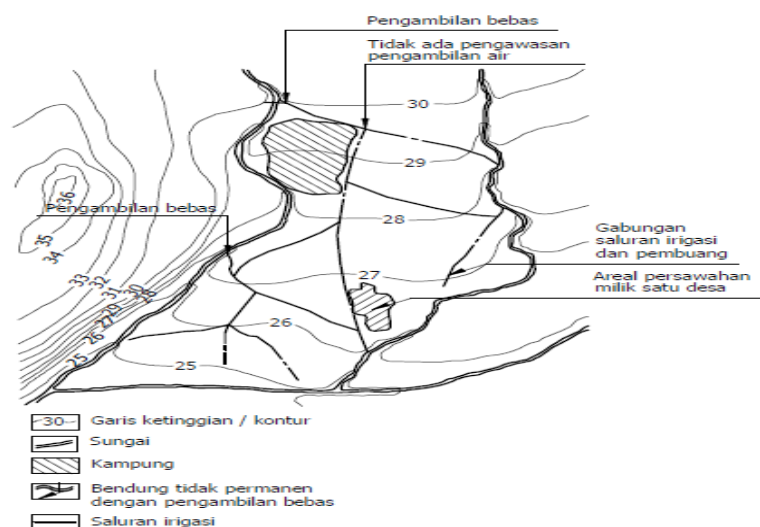
### 2.3 Klasifikasi Jaringan Irigasi

Berdasarkan cara pengaturan pengukuran aliran air dan lengkapnya fasilitas, jaringan irigasi dapat dibedakan ke dalam tiga tingkatan, yakni:

#### 1. Jaringan Irigasi Sederhana

Di dalam irigasi sederhana, pembagian air tidak diukur atau diatur, air lebih akan mengalir ke saluran pembuang. Para petani pemakai air itu tergabung dalam satu kelompok jaringan irigasi yang sama, sehingga tidak memerlukan keterlibatan pemerintah di dalam organisasi jaringan irigasi semacam ini. Persediaan air biasanya berlimpah dengan kemiringan berkisar antara sedang sampai curam. Oleh karena itu hampir-hampir tidak diperlukan teknik yang sulit untuk sistem pembagian airnya.

Jaringan irigasi yang masih sederhana itu mudah diorganisasi tetapi memiliki kelemahan-kelemahan yang serius. Pertama ada pemborosan air dan, karena pada umumnya jaringan ini terletak di daerah yang tinggi, air yang terbuang itu tidak selalu dapat mencapai daerah rendah yang lebih subur. Kedua, terdapat banyak penyadapan yang memerlukan lebih banyak biaya lagi dari penduduk karena setiap desa membuat jaringan dan pengambilan sendiri-sendiri. Karena bangunan pengelaknya bukan bangunan tetap/permanen, maka umurnya mungkin pendek. (Sumber : Departemen PU, Standar Perencanaan Irigasi KP 01, Jaringan Irigasi 35, 2010)



Gambar 2.1 Jaringan Irigasi Sederhana

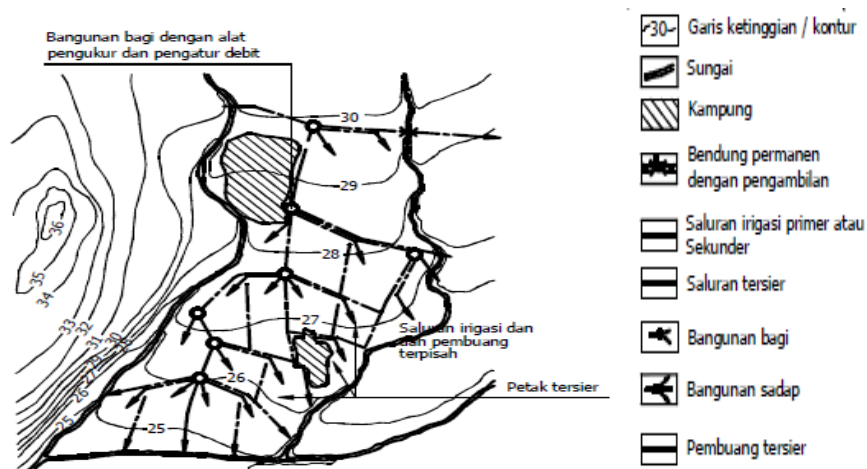


### 3. Jaringan Irigasi Teknis

Irigasi/pembawa dan saluran pembuang pematas. Ini berarti bahwa baik saluran pembawa maupun saluran pembuang bekerja sesuai dengan fungsinya masing-masing. Saluran pembawa mengalirkan air irigasi ke sawah-sawah dan saluran pembuang mengalirkan kelebihan air dari sawah-sawah ke saluran pembuang. Petak tersier menduduki fungsi sentral dalam jaringan irigasi teknis. Sebuah petak tersier terdiri dari sejumlah sawah dengan luas keseluruhan yang umumnya berkisar antara 50 - 100 ha kadang-kadang sampai 150 ha.

Jaringan saluran tersier dan kuarter mengalirkan air ke sawah. Kelebihan air ditampung didalam suatu jaringan saluran pembuang tersier dan kuarter dan selanjutnya dialirkan ke jaringan pembuang sekunder dan kuarter.

Jaringan irigasi teknis yang didasarkan pada prinsip-prinsip di atas adalah cara pembagian air yang paling efisien dengan mempertimbangkan waktu-waktu merosotnya persediaan air serta kebutuhan petani. Jaringan irigasi teknis memungkinkan dilakukannya pengukuran aliran, pembagian air irigasi dan pembuangan air lebih secara efisien. Jika petak tersier hanya memperoleh air pada satu tempat saja dari jaringan utama, hal ini akan memerlukan jumlah bangunan yang lebih sedikit di saluran primer, eksploitasi yang lebih baik dan pemeliharaan yang lebih murah. Kesalahan dalam pengelolaan air di petak-petak tersier juga tidak akan mempengaruhi pembagian air di jaringan utama. (Sumber : Departemen PU, Standar Perencanaan Irigasi KP 01, Jaringan Irigasi 39, 2010)



Gambar 2.3 Jaringan Irigasi Teknis

## 2.4 Petak Ikhtisar

Peta ikhtisar adalah cara penggambaran berbagai macam bagian dari suatu jaringan irigasi yang saling berhubungan. Peta ikhtisar tersebut dapat dilihat pada peta tata letak.

Peta ikhtisar irigasi tersebut memperlihatkan :

1. Bangunan-bangunan utama
2. Jaringan dan trase saluran irigasi
3. Jaringan dan trase saluran pembuang
4. Petak-petak primer, sekunder dan tersier
5. Lokasi bangunan
6. Batas-batas daerah irigasi
7. Jaringan dan trase jalan
8. Daerah-daerah yang tidak diairi (misal desa-desa)
9. Daerah-daerah yang tidak dapat diairi (tanah jelek, terlalu tinggi dsb).

Peta ikhtisar umum dibuat berdasarkan peta topografi yang dilengkapi dengan garis-garis kontur dengan skala 1:25.000. Peta ikhtisar detail yang biasa disebut peta petak, dipakai untuk perencanaan dibuat dengan skala 1:5.000, dan untuk petak tersier 1:5.000 atau 1:2.000. (*Sumber : Departemen PU, Standar Perencanaan Irigasi KP 01, Jaringan Irigasi 43, 2010*)

### 1. Petak Tersier

Petak tersier terdiri dari beberapa petak kuarter masing-masing seluas kurang lebih 8 sampai dengan 15 hektar. Pembagian air, eksploitasi dan perneliharaan di petak tersier menjadi tanggung jawab para petani yang mempunyai lahan di petak yang bersangkutan dibawah bimbingan pemerintah. Petak tersier sebaiknya mempunyai batas- batas yang jelas, misalnya jalan, parit, batas desa dan batas-batas lainnya.

Petak tersier sebaiknya berbatasan langsung dengan saluran sekunder atau saluran primer. Sedapat mungkin dihindari petak tersier yang terletak tidak secara langsung di sepanjang jaringan saluran irigasi utama, karena akan memerlukan saluran muka tersier yang mebatasi petak-petak tersier lainnya.



## 2. Petak Sekunder

Petak sekunder terdiri dari beberapa petak tersier yang kesemuanya dilayani oleh satu saluran sekunder. Biasanya petak sekunder menerima air dari bangunan bagi yang terletak di saluran primer atau sekunder. Batas-batas petak sekunder pada umumnya berupa tanda topografi yang jelas misalnya saluran drainase. Luas petak sekunder dapat berbeda-beda tergantung pada kondisi topografi daerah yang bersangkutan.

Saluran sekunder pada umumnya terletak pada punggung mengairi daerah di sisi kanan dan kiri saluran tersebut sampai saluran drainase yang membatasinya. Saluran sekunder juga dapat direncanakan sebagai saluran garis tinggi yang mengairi lereng lereng medan yang lebih rendah.

## 3. Petak primer

Petak primer terdiri dari beberapa petak sekunder yang mengambil langsung air dari saluran primer. Petak primer dilayani oleh satu saluran primer yang mengambil air langsung dari bangunan penyadap. Daerah di sepanjang saluran primer sering tidak dapat dilayani dengan mudah dengan cara menyadap air dari saluran sekunder. Apabila saluran primer melewati sepanjang garis tinggi daerah saluran primer yang berdekatan harus dilayani langsung dari saluran primer.

## 2.5 Bangunan Irigasi

### 2.5.1 Bangunan utama

Bangunan utama (*head works*) dapat didefinisikan sebagai kompleks bangunan yang direncanakan di dan sepanjang sungai atau aliran air untuk membelokkan air ke dalam jaringan saluran agar dapat dipakai untuk keperluan irigasi. Bangunan utama bisa mengurangi kandungan sedimen yang berlebihan, serta mengukur banyaknya air yang masuk. Bangunan utama terdiri dari bendung dengan peredam energi, satu atau dua pengambilan utama pintu bilas kolam olak dan (jika diperlukan) kantong lumpur, tanggul banjir pekerjaan sungai dan bangunan-bangunan pelengkap. Bangunan utama dapat diklasifikasi ke dalam sejumlah kategori, bergantung kepada perencanaannya. (Sumber : Departemen PU, Standar Perencanaan Irigasi KP 01, Jaringan Irigasi 46, 2010)

### 2.5.2 Bangunan bagi dan sadap

Bangunan bagi berfungsi membagi air dari saluran primer ke saluran sekunder. Bangunan ini dilengkapi dengan pintu-pintu ukur yang bertujuan untuk mengukur pembagian air dengan teliti, kesaluran-saluran yang dilayani. Salah satu dari pintu tersebut berfungsi sebagai pintu pengatur muka air, sedangkan pintu-pintu lainnya mengukur debit. Biasanya pintu pengatur dipasang pada saluran terbesar. Bangunan bagi akan memberikan air ke saluran sekunder, dan oleh karena itu harus melayani lebih dari satu petak tersier.

Umumnya kapasitas pintu ukurnya berkisar antara 50 sampai dengan 250 l/dt. Pintu ukur yang paling cocok untuk ini adalah pintu ukur Romijn, jika muka air hulu diatur dengan bangunan pengatur. Harga antara debit maksimum/minimum untuk alat ukur ini lebih kecil daripada harga antara debit untuk pintu Romijn. Pada saluran irigasi yang harus tetap memberikan air selama debit sangat rendah, alat ukur *Crump de Gruyter* lebih cocok, karena elevasi pengambilannya lebih rendah daripada elevasi pengambilan pintu Romijn. Sebaiknya dalam suatu daerah irigasi digunakan satu tipe bangunan sadap tersier, dan tidak dianjurkan untuk menggunakan beberapa tipe, karena akan menyulitkan eksploitasi. Untuk bangunan sadap tersier yang mengambil air dari saluran primer yang besar, dimana pembuatan bangunan pengatur akan sangat mahal, dan muka air yang diperlukan di petak tersier rendah dibandingkan dengan elevasi muka air selama debit rendah di saluran, akan menguntungkan untuk memakai bangunan sadap pipa sederhana, yang dilengkapi dengan pintu sorong sebagai penutup. Debit maksimum melalui pipa sebaiknya didasarkan pada muka air rencana di saluran primer dan petak tersier. Hal ini berarti bahwa walaupun mungkin debit terbatas sekali, petak tersier tetap dapat diairi bila tersedia air di saluran primer pada elevasi yang cukup tinggi untuk mengairi petak tersebut.

(Sumber : Departemen PU, Standar Perencanaan Irigasi KP 01, Jaringan Irigasi 51, 2010)

### 2.5.3 Bangunan pengukur dan pengatur

Aliran akan diukur di hulu saluran primer, di cabang saluran jaringan primer dan di bangunan sadap sekunder maupun tersier. Bangunan ukur dapat dibedakan menjadi bangunan ukur aliran atas bebas (*free overflow*) dan bangunan ukur aliran bawah (*underflow*). Beberapa dari bangunan pengukur dapat juga dipakai untuk mengatur aliran air.

Tabel 2.1 Alat-alat ukur

Typ	Mengukur Dengan	Mengatur
Bangunan ukur ambang lebar	Aliran Atas	Tidak
Bangunan ukur parshall	Aliran Atas	Tidak
Bangunan ukur cipoletti	Aliran Atas	Tidak
Bangunan ukur romijn	Aliran Atas	Ya
Bangunan ukur crump de gruyter	Aliran Bawah	Ya
Bangunan sadap pipa sederhana	Aliran Bawah	Ya
Constant head orifice	Aliran Bawah	Ya
Cut throat flume	Aliran Atas	Tidak

(Sumber : Departemen PU, Standar Perencanaan Irigasi KP 01, Jaringan Irigasi 52, 2010)

### 2.5.4 Bangunan pengatur muka air

Bangunan-bangunan pengatur muka air mengatur/mengontrol muka air di jaringan irigasi utama sampai batas-batas yang diperlukan untuk dapat memberikan debit yang konstan kepada bangunan sadap tersier. Bangunan pengatur mempunyai potongan pengontrol aliran yang dapat distel atau tetap. Untuk bangunan-bangunan pengatur yang dapat distel dianjurkan untuk menggunakan pintu (sorong) radial atau lainnya. Bangunan-bangunan pengatur diperlukan di tempat-tempat di mana tinggi muka air di saluran dipengaruhi oleh bangunan terjun atau got miring (*chute*). (Sumber : Departemen PU, Standar Perencanaan Irigasi KP 01, Jaringan Irigasi 53, 2010)

### 2.5.5 Bangunan pembawa

Bangunan-bangunan pembawa membawa air dari ruas hulu ke ruas hilir saluran. Aliran yang melalui bangunan ini bisa superkritis atau subkritis.

#### 1. Bangunan pembawa dengan aliran superkritis

Bangunan pembawa dengan aliran tempat di mana lereng medannya maksimum saluran. Superkritis diperlukan di tempat lebih curam daripada kemiringan maksimal saluran.

##### 1) Bangunan terjun

Dengan bangunan terjun, menurunnya muka air (dan tinggi energi) dipusatkan di satu tempat. Bangunan terjun bisa memiliki terjun tegak atau terjun miring. Jika perbedaan tinggi energi mencapai beberapa meter, maka konstruksi got miring perlu dipertimbangkan.

##### 2) Got miring

Daerah got miring dibuat apabila trase saluran melewati ruas medan dengan kemiringan yang tajam dengan jumlah perbedaan tinggi energi yang besar. Got miring berupa potongan saluran yang diberi pasangan (*lining*) dengan aliran superkritis, dan umurnya mengikuti kemiringan medan alamiah.

#### 2. Bangunan pembawa dengan aliran subkritis (bangunan silang)

##### 1) Gorong-gorong

Gorong-gorong dipasang di tempat-tempat di mana saluran lewat di bawah bangunan (jalan, rel kereta api) atau apabila pembuang lewat di bawah saluran. Aliran di dalam gorong-gorong umumnya aliran bebas.

##### 2) Talang

Talang dipakai untuk mengalirkan air irigasi lewat di atas saluran lainnya, saluran pembuang alamiah atau cekungan dan lembah-lembah. Aliran di dalam talang adalah aliran bebas.

##### 3) Sipon

Sipon dipakai untuk mengalirkan air irigasi dengan menggunakan gravitasi di bawah saluran pembuang, cekungan, anak sungai atau sungai. Sipon juga dipakai untuk melewati air di bawah jalan, jalan kereta api,

atau bangunan-bangunan yang lain. Sipon merupakan saluran tertutup yang direncanakan untuk mengalirkan air secara penuh dan sangat dipengaruhi oleh tinggi tekan.

#### 4) Jembatan sipon

Jembatan sipon adalah saluran tertutup yang bekerja atas dasar tinggi tekan dan dipakai untuk mengurangi ketinggian bangunan pendukung di atas lembah yang dalam.

#### 5) Flum (*Flume*)

Ada beberapa tipe flum yang dipakai untuk mengalirkan air irigasi melalui situasi-situasi medan tertentu, misalnya:

- a. Flum tumpu (*bench flume*), untuk mengalirkan air di sepanjang lereng bukit yang curam
- b. Flum elevasi (*elevated flume*), untuk menyeberangkan air irigasi lewat di atas saluran pembuang atau jalan air lainnya
- c. Flum, dipakai apabila batas pembebasan tanah (*right of way*) terbatas atau jika bahan tanah tidak cocok untuk membuat potongan melintang saluran trapesium biasa.

Flum mempunyai potongan melintang berbentuk segi empat atau setengah bulat. Aliran dalam flum adalah aliran bebas.

#### 6) Saluran tertutup

Saluran tertutup dibuat apabila trase saluran terbuka melewati suatu daerah di mana potongan melintang harus dibuat pada galian yang dalam dengan lereng-lereng tinggi yang tidak stabil. Saluran tertutup juga dibangun di daerah-daerah permukiman dan di daerah-daerah pinggiran sungai yang terkena luapan banjir. Bentuk potongan melintang saluran tertutup atau saluran gali dan timbun adalah segi empat atau bulat. Biasanya aliran di dalam saluran tertutup adalah aliran bebas.

#### 7) Terowongan

Terowongan dibangun apabila keadaan ekonomi/anggaran memungkinkan untuk saluran tertutup guna mengalirkan air melewati bukit-bukit dan medan yang tinggi. Biasanya aliran di dalam terowongan

adalah aliran bebas. (Sumber : Departemen PU, Standar Perencanaan Irigasi KP 01, Jaringan Irigasi 54, 2010)

### **2.5.6 Bangunan pelengkap**

Tanggul-tanggul diperlukan untuk melindungi daerah irigasi terhadap banjir yang berasal dari sungai atau saluran pembuang yang besar. Pada umumnya tanggul diperlukan di sepanjang sungai di sebelah hulu bendung atau di sepanjang saluran primer.

Fasilitas-fasilitas operasional diperlukan untuk operasi jaringan irigasi secara efektif dan aman. Fasilitas-fasilitas tersebut antara lain meliputi antara lain: kantor-kantor di lapangan, bengkel, perumahan untuk staf irigasi, jaringan komunikasi, patok hektometer, papan eksploitasi, papan duga, dan sebagainya.

Bangunan-bangunan pelengkap yang dibuat di dan sepanjang saluran meliputi:

1. Pagar, rel pengaman dan sebagainya, guna memberikan pengaman sewaktu terjadi keadaan-keadaan gawat;
2. Tempat-tempat cuci, tempat mandi ternak dan sebagainya, untuk memberikan sarana untuk mencapai air di saluran tanpa merusak lereng;
3. Kisi-kisi penyaring untuk mencegah tersumbatnya bangunan (sipon dan gorong-gorong panjang) oleh benda-benda yang hanyut;
4. Jembatan-jembatan untuk keperluan penyeberangan bagi penduduk.
5. Sanggar tani sebagai sarana untuk interaksi antar petani, dan antara petani dan petugas irigasi dalam rangka memudahkan penyelesaian permasalahan yang terjadi di lapangan. Pembangunannya disesuaikan dengan kebutuhan dan kondisi petani setempat serta letaknya di setiap bangunan sadap/*offtake*.

(Sumber : Departemen PU, Standar Perencanaan Irigasi KP 01, Jaringan Irigasi 59, 2010)

## **2.6 Standar Tata Nama**

Nama-nama yang diberikan untuk saluran-saluran irigasi dan pembuang, bangunan-bangunan dan daerah irigasi harus jelas dan logis. Nama yang harus diberikan harus pendek dan tidak mempunyai tafsiran ganda (ambigu). Nama-

nama harus dipilih dan dibuat sedemikian, sehingga jika dibuat bangunan baru tidak perlu mengubah semua nama yang sudah ada.

1. Daerah irigasi

Daerah irigasi dapat diberi nama sesuai nama daerah setempat, atau desa penting di daerah itu, yaitu biasanya terletak dekat dengan jaringan utama atau sungau yang airnya diambil untuk keperluan irigasi.

2. Jaringan irigasi primer

Saluran irigasi primer sebaiknya diberi nama sesuai dengan daerah irigasi yang dilayani.

3. Jaringan irigasi sekunder

Saluran sekunder sering diberi nama sesuai dengan nama desa yang terletak dipetak sekunder. Petak sekunder akan diberi nama sesuai dengan nama saluran sekundernya.

4. Jaringan irigasi tersier

Petak tersier diberi nama seperti bangunan sadap tersier dari jaringan utama.

- 1) Ruas-ruas saluran tersier diberi nama sesuai dengan nama boks yang terletak di anatar kedua boks, misalnya (T1-T2), (T3,K1).
- 2) Boks Tersier diberi kode T, diikuti dengan nomor urut menurut arah jarum jam, mulai dari boks pertama dihilir bangunan sadap tersier: T1, T2, dan sebagainya.
- 3) Petak Kuarter diberi nama sesuai dengan petak rotasi diikuti dengan nomor urut arah jarum jam. Petak rotasi diberi kode A, B, C, dan seterusnya menurut arah jarum jam.
- 4) Boks kuarter diberi kode K, diikuti dengan nomor urut menurut arah jarum jam, mulai dari boks kuarter pertama di hilir boks tersier dengan nomor urut tertinggi: K1, K2, dan seterusnya.
- 5) Saluran irigasi kuarter diberi nama sesuai dengan petak kuarter yang dilayani tetapi dengan huruf kecil, misalnya a1, a2 dan seterusnya.
- 6) Saluran pembuang kuarter diberi nama sesuai dengan petak kuarter yang dibuang airnya, menggunakan huruf kecil diawali dengan dk, misalnya dka1, dka2, dan seterusnya.

- 7) Saluran pembuangan tersier, diberi kode dt1, dt2 juga menurut arah jarum jam. (Sumber : Departemen PU, Standar Perencanaan Irigasi KP 01, Jaringan Irigasi 60, 2010)

## 2.7 Analisa Hidrologi

Parameter-parameter hidrometeorologi yang penting dalam perencanaan jaringan irigasi antara lain :

1. Curah hujan
2. Temperatur udara
3. Kelembapan udara
4. Penyinaran matahari
5. Kecepatan Angin
6. Evapotranspirasi

Parameter-parameter tersebut dikumpulkan, dianalisis, dan dievaluasi didalam tahap studi dan pada tahap perencanaan hasil evaluasi hidrologi ditinjau kembali dan dikerjakan lebih mendetail berdasarkan data-data tambahan dari lapangan dan hasil studi perbandingan.

### 2.7.1 Melengkapi data curah hujan

Curah hujan adalah tinggi genangan air yang terjadi dalam kurun waktu tertentu dalam suatu bidang datar dengan anggapan bahwa limpasan permukaan, infiltrasi dan evaporasi tidak terjadi. Analisa curah hujan dilakukan untuk menentukan besaran curah hujan efektif.

Data curah hujan yang hilang itu dapat disebabkan oleh beberapa kemungkinan, diantaranya yaitu rusaknya alat penakar curah hujan atau kelalaian petugas dalam mencatatnya. Untuk melengkapi data curah hujan yang hilang tersebut kita dapat menggunakan metode perbandingan normal.

Ada dua batasan yang harus dipenuhi sebelum melakukan perhitungan curah hujan yang hilang dengan menggunakan metode perbandingan normal. Dua batasan tersebut yaitu :



1. Bila  $S/R \geq 10\%$ , maka akan menggunakan persamaan :

$$R_x = \frac{1}{n-1} \left( \frac{R_x}{R_A} \times r_a + \frac{R_x}{R_B} \times r_b + \frac{R_x}{R_C} \times r_c + \dots + \frac{R_x}{R_n} \times r_n \right)$$

2. Bila  $S/R \leq 10\%$ , maka akan menggunakan persamaan :

$$R_x = \frac{1}{n-1} (r_a + r_b + r_c + \dots + r_n)$$

Adapun persamaan yang digunakan untuk menghitung standar deviasi curah hujan (S) yaitu

$$S = \sqrt{\frac{(R_A - \bar{R})^2 + (R_B - \bar{R})^2 + (R_C - \bar{R})^2 + \dots + (R_n - \bar{R})^2}{m-1}}$$

Dimana :

- R = Curah hujan rerata setahun ditempat pengamatan
- r = Data curah hujan yang hilang atau yang akan dicari
- $r_a, r_b, r_c$  = Curah hujan pada masing-masing stasiun pengamat pada bulan dan tahun yang sama
- $R_A, R_B, R_C$  = Curah hujan rerata selama setahun pada masing-masing stasiun pengamat
- n = Jumlah stasiun pengamat yang dipakai
- m = Jumlah tahun pengamatan
- S = Standar deviasi curah hujan

### 2.7.2 Curah hujan efektif

Curah hujan efektif adalah curah hujan yang secara efektif dan secara langsung dipergunakan memenuhi kebutuhan air tanaman untuk pertumbuhan. Kriteria perencanaan irigasi mengusulkan hitungan hujan efektif berdasarkan data pengukuran curah hujan dengan panjang pengamatan 10 tahun yang telah dilengkapi dan disusun secara sistematis sesuai dengan urutan ranking dan mempunyai resiko kegagalan tertentu misalnya 20% maksimum, persen keberhasilan menjadi 80%. Untuk penentuannya dipakai persamaan:

$$m = n/5 + 1$$

Dimana:

$n$  = jumlah tahun pengamatan

$m$  = urutan curah hujan (CH) efektif dari yang terendah

Pada perhitungan curah hujan rata-rata suatu DAS digunakan beberapa metode antara lain:

#### 1. Metode Aritmetik (Rata-rata Aljabar)

Cara ini adalah perhitungan rata-rata secara aljabar curah hujan di dalam dan di sekitar daerah yang bersangkutan. (Sumber : Ir. Suryono Sosrodarsono & Kensaku Takeda, *Hidrologi Untuk Pengairan* 27, 1999)

$$\bar{R} = \frac{1}{n} (R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n)$$

Dimana :

$\bar{R}$  = curah hujan daerah (mm)

$n$  = jumlah titik-titik (pos-pos) pengamatan

$R_1, R_2, R_3, \dots, R_n$  = curah hujan disetiap titik pengamatan

#### 2. Metode Polygon Thiessen

Jika titik-titik pengamatan di dalam daerah itu tidak tersebar merata, maka cara perhitungan curah hujan rata-rata itu dilakukan dengan memperhitungkan daerah pengaruh tiap titik pengamatan. (Sumber : Ir. Suryono Sosrodarsono & Kensaku Takeda, *Hidrologi Untuk Pengairan* 27, 1999)

Curah hujan daerah itu dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

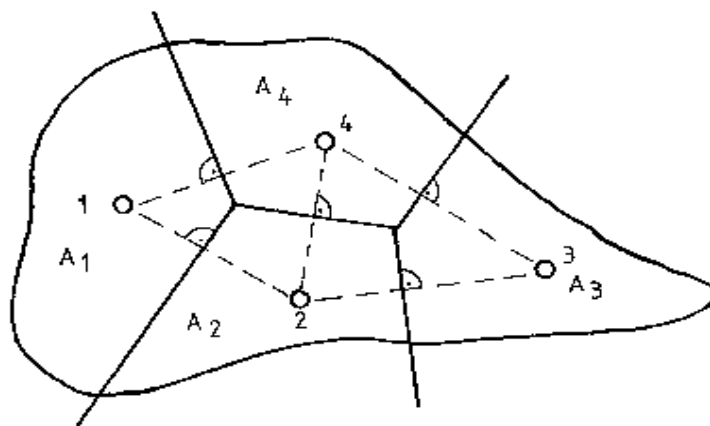
$$\bar{R} = \frac{(R_1 A_1 + R_2 A_2 + \dots + R_n A_n)}{A_1 + A_2 + \dots + A_n}$$

Dimana :

$\bar{R}$  = curah hujan daerah (mm)

$R_1, R_2, \dots, R_n$  = curah hujan di tiap titik pengamatan dan  $n$  adalah jumlah titik-titik pengamatan

$A_1, A_2, A_n$  = Luas daerah (km<sup>2</sup>)



Gambar 2.4 Metode Polygon Thiessen

### 3. Metode Isohyet

Pada metode ini, dengan data curah hujan yang ada dibuat garis-garis yang merupakan daerah yang mempunyai curah hujan yang sama (*isohyet*). Kemudian luas bagian di antara isohyet yang berdekatan diukur dan nilai rata-ratanya dihitung sebagai nilai rata-rata timbang dari nilai kontur, kemudian dikalikan dengan masing-masing luasnya. Hasilnya dijumlahkan dan dibagi dengan luas total daerah maka akan didapat curah hujan areal yang dicari. (Sumber : Ir. Suryono Sosrodarsono & Kensaku Takeda, *Hidrologi Untuk Pengairan* 29, 1999)

Syarat-syarat penggunaan Metode Isohyet, yaitu :

1. Dapat digunakan di daerah datar maupun pegunungan.
2. Stasiun hujan / pos penakar harus banyak dan tersebar merata.
3. Bermanfaat untuk hujan yang sangat singkat.
4. Perlu ketelitian tinggi dan diperlukan analisis yang berpengalaman.

$$R = \frac{A_1(R_1 + R_2)}{2A_t} + \frac{A_2(R_2 + R_3)}{2A_t} + \dots + \frac{A_n(R_n + R_1)}{2A_t}$$

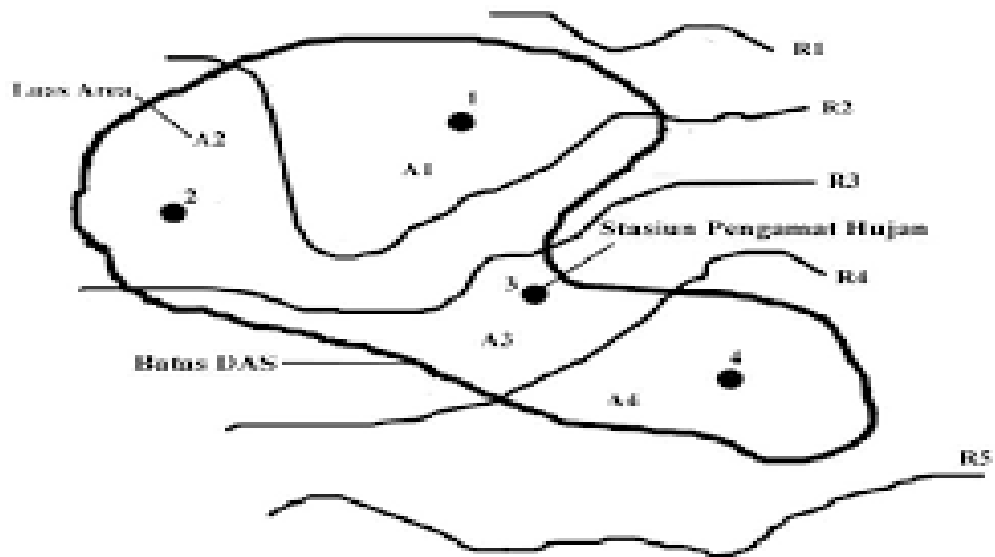
Dimana:

R = Tinggi curah hujan rata-rata (mm)

$R_1, R_2, R_n$  = Tinggi curah hujan pada setiap luas daerah (mm)

$A_1, A_2, A_n$  = Luas yang dibatasi garis isohyets ( $\text{km}^2$ )

$A_t$  = Luas total daerah pengaliran sungai  
 $(A_1 + A_2 + \dots + A_n) (\text{km}^2)$



Gambar 2.5 Metode Ishoyet

### 2.7.3 Debit andalan

Debit andalan (*water availability*) adalah kemampuan penyediaan air irigasi yang berasal dari sumber air yang dapat diolah dan dimanfaatkan untuk mengalir lahan pertanian. Debit andalan (*water availability*) dapat dihitung dengan menggunakan rumus metode rasional sebagai berikut :

$$Q = 0,278 . C . I . A \text{ (m}^3/\text{det)}$$

$$I = \frac{R \text{ Efektif}}{\text{Jumlah hari dalam 1 bulan} \times 24}$$

Dimana :

Q = Debit aliran (m<sup>3</sup>/det)

C = Koefisien Pengaliran

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

A = Luas daerah aliran sungai (km<sup>2</sup>)

(Sumber : Ir. Imam Subarkah, *Hidrologi Untuk Perencanaan Bangunan Air*, 48, 1980)

Tabel 2.2 Tabel koefisien limpasan

Kondisi daerah pengaliran dan sungai	Harga dari C
Daerah pegunungan yang curam	0,75 – 0,90
Daerah pegunungan tersier	0,70 – 0,80
Tanah bergelombang dan hutan	0,50 – 0,75
Tanah dataran yang ditanami	0,45 – 0,60
Persawahan yang dialiri	0,70 – 0,80
Sungai di daerah pegunungan	0,75 – 0,85
Sungai kecil di dataran	0,45 – 0,75
Sungai besar yang lebih dari setengah daerah pengalirannya terdiri dari dataran	0,50 – 0,75

(Sumber : Ir. Suryono Sosrodarsono & Kensaku Takeda, *Hidrologi Untuk Pengairan* 145, 1999)

#### 2.7.4 Evapotranspirasi

Analisis mengenai evaporasi diperlukan untuk menentukan besarnya evapotranspirasi tanaman yang kelak akan dipakai untuk menghitung kebutuhan air irigasi dan, kalau perlu untuk studi neraca air di daerah aliran sungai. Studi ini mungkin dilakukan bila tidak tersedia data aliran dalam jumlah yang cukup. Data-data iklim yang diperlukan untuk perhitungan ini adalah yang berkenaan dengan :

1. Temperatur : harian maksimum, minimum dan rata-rata
2. Kelembaban relatif
3. Sinar matahari : lamanya dalam sehari
4. Angin : kecepatan dan arah
5. Evaporasi : catatan harian

Dengan metode pendekatan dapat mengetahui besarnya evapotranspirasi pada Standar Kriteria Perencanaan KP 01, sehingga menggunakan metode Pan Man sebagai berikut :

$$Et = (\Delta H + 0,27 \cdot Ea) / (\Delta + 0,27)$$

Dimana :

$E_t$  = Evapotranspirasi (mm/ hari)

$H$  = Radius netto (mm/hari)

$H = R_a (1 - r) (0,18 + 0,55 SN) - \sigma T_a^4 (0,56 - 0,092 e_d) (0,1 + 0,9 SN)$

$R_a$  = Radiasi extraterensial bulanan rata – rata (mm/hari)

$r$  =Koefisien Refleksi pada permukaan (%)

$SN$  = Radiasi matahari rata-rata

$\sigma$  = Konstanta Stefan-Boltzman (mm air/hari/°K)

$\sigma T_a^4$  = Koefisien tergantung dari temperatur (mm/hari)

$e_a$  = Tekanan uap udara pada temperatur udara rata-rata (mm/Hg)

$e_d$  = Tekanan uap udara dalam keadaan jenuh dan yang diamati sebenarnya (mm/Hg)

$e_d = e_a \times R_h$

$E_a = 0,35 (e_a - e_d) (1 + 0,0098 W_2)$

$W_1$  = Kecepatan Angin rerata (Knot)

$W_2$  = Kecepatan Angin rerata (mil/hari)

$W_2 = W_1 \times 1,51 \times 24$

$R_h$  = Kelembaban udara rata-rata (%)

$\Delta$  = Kemiringan kurva tekanan uap penjenuhan pada  $T_a$

Tabel 2.3 Nilai radiasi ekstra terensial bulanan rata-rata dalam (mm/hari)

Bulan	10 ° Lintang Utara	0 °	10 ° Lintang Selatan
Januari	12,80	14,50	15,80
Februari	13,90	15,00	15,70
Maret	14,80	15,20	15,10
April	15,20	14,70	13,80
Mei	15,00	13,90	12,40
Juni	14,80	13,40	11,60
Juli	14,80	13,50	11,90
Agustus	15,00	14,20	13,00
September	14,90	14,90	14,40
Oktober	14,10	15,00	15,30
Nopember	13,10	14,60	15,70
Desember	12,40	14,30	15,80

(Sumber : Departemen PU, Standar Perencanaan Irigasi, KP 01, 2010)

Tabel 2.4 Nilai  $\Delta/\gamma$  untuk suhu-suhu yang berlainan

T	$\Delta/\gamma$	T	$\Delta/\gamma$	T	$\Delta/\gamma$	T	$\Delta/\gamma$
0,0	0,67	10,0	1,23	20,0	2,14	30,0	3,57
0,5	0,69	10,5	1,27	20,5	2,20	30,5	3,66
1,0	0,72	11,0	1,30	21,0	2,26	31,0	3,75
1,5	0,74	11,5	1,34	21,5	2,32	31,5	3,84
2,0	0,76	12,0	1,38	22,0	2,38	32,0	3,93
2,5	0,79	12,5	1,42	22,5	2,45	32,5	4,03
3,0	0,81	13,0	1,46	23,0	2,51	33,0	4,12
3,5	0,84	13,5	1,50	23,5	2,58	33,5	4,22
4,0	0,86	14,0	1,55	24,0	2,63	34,0	4,32
4,5	0,89	14,5	1,59	24,5	2,71	34,5	4,43
5,0	0,92	15,0	1,64	25,0	2,78	35,0	4,53
5,5	0,94	15,5	1,68	25,5	2,85	35,5	4,64
6,0	0,97	16,0	1,73	26,0	2,92	36,0	4,75
6,5	1,00	16,5	1,78	26,5	3,00	36,5	4,86
7,0	1,03	17,0	1,82	27,0	3,08	37,0	4,97
7,5	1,06	17,5	1,88	27,5	3,15	37,5	5,09
8,0	1,10	18,0	1,93	28,0	3,23	38,0	5,20
8,5	1,13	18,5	1,98	28,5	3,31	38,5	5,32
9,0	1,16	19,0	2,03	29,0	3,40	39,0	5,45
9,5	1,20	19,5	2,09	29,5	3,48	39,5	5,57
10,0	1,23	20,0	2,14	30,0	3,57	40,0	5,70

(Sumber : Ersin Seyhan, Dasar-Dasar Hidrologi, 164, 1990)

Tabel 2.5 Konstatanta Stefan-Boltzman /  $\sigma T_a^4$ 

Temperatur (°C)	Temperatur (°K)	$\sigma T_a^4$ (mm air / hari)
0	273	11,2
5	278	12,06
10	283	12,96
15	288	13,89
20	293	14,88
25	298	15,92
30	303	17,02
35	308	18,17
40	313	19,38

(Sumber : Departemen PU, Standar Perencanaan Irigasi, KP 01, 2010)

Tabel 2.6 Faktor koreksi penyinaran di utara

Utara	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nov	Des
0	1,04	0,94	1,04	1,01	1,04	1,01	1,04	1,04	1,01	1,04	1,01	1,04
5	1,02	0,93	1,03	1,02	1,06	1,03	1,06	1,05	1,01	1,03	0,99	1,02
10	1,00	0,91	1,03	1,03	1,08	1,06	1,08	1,07	1,02	1,02	0,98	0,99
15	0,97	0,01	1,03	1,04	1,22	1,08	1,12	1,08	1,02	1,01	0,95	0,97
20	0,95	0,90	1,03	1,05	1,12	1,11	1,14	1,11	1,02	1,00	0,93	0,94

(Sumber : Ir. Suryono Sosrodarsono & Kensaku Takeda, Hidrologi Untuk Pengairan 67, 1999)

Tabel 2.7 Faktor koreksi penyinaran di selatan

Selatan	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nov	Des
0	1,04	0,94	1,04	1,01	1,04	1,01	1,04	1,04	1,01	1,04	1,01	1,04
5	1,06	0,95	1,04	1,00	1,02	0,99	1,02	1,03	1,00	1,05	1,03	1,06
10	1,08	0,97	1,05	0,99	1,01	0,96	1,00	1,01	1,00	1,06	1,05	1,10
15	1,12	0,98	1,05	0,98	0,98	0,94	0,97	1,00	1,00	1,07	1,07	1,12
20	1,14	1,00	1,05	0,97	0,96	0,91	0,95	0,99	1,00	1,08	1,09	1,15

(Sumber : Ir. Suryono Sosrodarsono & Kensaku Takeda, Hidrologi Untuk Pengairan 67, 1999)



Tabel 2.8 Tekanan uap jenuh e dalam mmHg

T	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	T
-10	2,15										-10
-9	2,32	2,30	2,29	2,27	2,26	2,24	2,22	2,21	2,19	2,17	-9
-8	2,51	2,49	2,47	2,45	2,43	2,41	2,24	2,38	2,36	2,34	-8
-7	2,71	2,69	2,67	2,65	2,63	2,61	2,59	2,57	2,55	2,53	-7
-6	2,93	2,91	2,89	2,86	2,84	2,82	2,80	2,77	2,75	2,73	-6
-5	3,16	3,14	3,11	3,09	3,06	3,04	3,01	2,99	2,97	2,95	-5
-4	3,41	3,39	3,37	3,34	3,32	3,29	3,27	3,24	3,22	3,18	-4
-3	3,67	3,64	3,62	3,59	3,57	3,54	3,52	3,49	3,46	3,44	-3
-2	3,97	3,94	3,91	3,88	3,85	3,82	3,79	3,76	3,73	3,70	-2
-1	4,26	4,23	4,20	4,17	4,14	4,11	4,08	4,05	4,03	4,00	-1
0	4,58	4,55	4,51	4,49	4,46	4,43	4,40	4,36	4,33	4,39	0
0	4,58	4,62	4,65	4,69	4,71	4,75	4,78	4,82	4,86	4,89	0
1	4,92	4,96	5,00	5,03	5,07	5,11	5,14	5,18	5,21	5,25	1
2	5,29	5,33	5,37	5,40	5,44	5,48	5,53	5,57	5,60	5,64	2
3	5,68	5,72	5,76	5,80	5,84	5,89	5,93	5,97	6,01	6,06	3
4	6,10	6,14	6,18	6,23	6,27	6,31	6,36	6,40	6,45	6,49	4
5	6,54	6,58	6,64	6,68	6,72	6,77	6,82	6,86	6,91	6,96	5
6	7,01	7,06	7,11	7,16	7,20	7,25	7,31	7,36	7,41	7,46	6
7	7,51	7,56	7,61	7,67	7,72	7,77	7,82	7,88	7,93	7,98	7
8	8,04	8,10	8,15	8,21	8,26	8,32	8,37	8,43	8,48	8,54	8
9	8,61	8,67	8,73	8,78	8,84	8,90	8,96	9,02	9,08	9,14	9
10	9,20	9,26	9,33	9,36	9,46	9,52	9,58	9,65	9,71	9,77	10
11	9,84	9,90	9,97	10,03	10,10	10,17	10,24	10,31	10,38	10,45	11
12	10,52	10,58	10,66	10,72	10,79	10,86	10,93	11,00	11,08	11,15	12
13	11,23	11,30	11,38	11,45	11,53	11,60	11,68	11,76	11,83	11,91	13
14	11,98	12,06	12,14	12,22	12,30	12,38	12,46	12,54	12,62	12,70	14
15	12,78	12,86	12,95	13,03	13,11	13,20	13,28	13,37	13,45	13,54	15
16	13,63	13,71	13,80	13,90	13,99	14,08	14,17	14,26	14,35	14,44	16
17	14,53	14,62	14,71	14,80	14,90	14,99	15,09	15,17	15,27	15,38	17
18	15,46	15,56	15,66	15,76	15,86	15,96	16,09	16,16	16,26	16,36	18
19	16,46	16,57	16,68	16,79	16,90	17,00	17,10	17,21	17,32	17,43	19
20	17,53	17,64	17,75	17,86	17,97	18,08	18,20	18,31	18,43	18,54	20
21	18,65	18,77	18,88	19,00	19,11	19,23	19,35	19,46	19,58	19,70	21
22	19,82	19,94	20,06	20,19	20,31	20,43	20,58	20,69	20,80	20,93	22
23	21,05	21,19	21,32	21,45	21,58	21,71	21,84	21,97	22,10	22,23	23
24	22,27	22,50	22,63	22,76	22,91	23,05	23,19	23,31	23,45	23,60	24
25	23,73	23,90	24,03	24,20	24,35	24,49	24,64	24,79	24,94	25,06	25
26	25,31	25,45	25,60	25,74	25,84	26,03	26,18	26,32	26,46	26,60	26
27	26,74	26,90	27,05	27,21	27,37	27,53	27,69	27,85	28,00	28,16	27
28	28,32	28,49	28,66	28,83	29,00	29,17	29,34	29,51	29,68	29,85	28
29	30,03	30,20	30,38	30,56	30,74	30,92	31,10	31,28	31,46	31,64	29
30	31,82	32,00	32,19	32,38	32,57	32,76	23,95	33,14	33,33	33,52	30
T	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	T

(Sumber :Ersin Seyhan, Dasar-Dasar Hidrologi, 129, 1990)

Tabel 2.9 Kecepatan angin

m/ det	Knot	Km/jam	Ft/sec	Mil/hr
1	1,944	3,6	32,81	2,237
0,514	1	1,852	1,688	1,151
0,278	0,54	1	0,911	0,621
0,305	0,592	1,097	1	0,682
0,445	0,869	1,609	1,467	1

(Sumber : Ir. Suryono Sosrodarsono & Kensaku Takeda, *Hidrologi Untuk Pengairan*, 26, 1999)

## 2.8 Analisa Pola Tanam

Pola tanam adalah bentuk – bentuk jadwal tanam secara umum yang menyatakan kapan mulai tanam. Dari alternatif yang ada perlu pertimbangan sehingga dapat menghasilkan yang terbaik dalam pelaksanaannya. Adapun aspek yang perlu diperhatikan antara lain :

1. Curah hujan efektif rata – rata.
2. Kebutuhan air irigasi.
3. Perkolasi tanah didaerah tersebut.
4. Koefisien tanaman – tanaman.

Rencana tata tanam pada suatu daerah irigasi erat kaitannya dengan ketersediaan air pada saat itu yang minimal mencukupi untuk pengolahan tanah dan juga tergantung pada kebiasaan penduduk setempat. (Sumber : *Standar Perencanaan Irigasi KP 01, 2010*)

### 2.8.1 Kebutuhan air irigasi

Analisis kebutuhan air itigasi merupakan salah satu tahap penting yang diperlukan dalam perencanaan dan pengeloaan sistem irigasi. Kebutuhan air tanaman didefinisikan sebagai jumlah air yang dibutuhkan oleh tanaman pada suatu periode untuk dapat tumbuh dan produksi secara normal. Kebutuhan air nyata untuk areal usaha pertanian meliputi evapotranspirasi (ET), sejumlah air yang dibutuhkan untuk pengoperasian secara khusus seperti penyiapan lahan dan

penggantian air, serta kehilangan air yang disebabkan rembesan, bocoran, eksploitasi, dan lain – lain.

Besarnya kebutuhan air ini ditetapkan dengan memperhitungkan besarnya kebutuhan air efektif, evaporasi, perkolasi, pengolahan tanah, macam tanah, efisiensi irigasi dan sebagainya. (Sumber : Departemen PU, Standar Perencanaan Irigasi KP 01, Perekayasa 60, 2010)

### 2.8.2 Penyiapan lahan

Analisis kebutuhan air selama pengolahan lahan dapat menggunakan metode seperti diusulkan oleh Van de Goor dan Zilijstra (Direktorat Perencanaan Teknis- 160) sebagai berikut:

$$IR = M \cdot e^k / e^k - 1$$

$$M = E_o + P$$

$$K = (M \cdot T) / S$$

Dimana :

IR = Kebutuhan air untuk pengolahan lahan (mm/hari)

M = Kebutuhan air untuk mengganti kehilangan air akibat evaporasi dan perkolasi dan perkolasi di sawah yang sudah dijenuhkan (mm/hari)

E<sub>o</sub> = Evaporasi potensial (mm/hari)

P = Perkolasi (mm/hari)

K = konstanta

T = Jangka waktu pengolahan (hari)

S = Kebutuhan air untuk penjenuhan (mm)

e = Bilangan eksponen 2,7182

### 2.8.3 Penggunaan air konsumtif

Menurut Standar Perencanaan Irigasi KP, penggunaan konsumtif air pada tanaman dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut :

$$E_{tc} = K_c \cdot E_{to}$$

Dimana :

E<sub>tc</sub> = Kebutuhan Konsutif Tanaman, mm/ hari

Kc = Koefisien tanaman

Eto = Evapotranspirasi, mm/hari

#### 2.8.4 Penggantian lapisan air

Setelah pemupukan perlu dijadwalkan dan mengganti lapisan air menurut kebutuhan. Penggantian diperkirakan sebanyak 2 kali masing – masing 50 mm satu bulan dan dua bulan setelah transplantasi (atau 3,3 mm/hari selama ½ bulan). Kebutuhan air untuk penyiapan lahan dapat ditentukan secara empiris sebesar 250 mm, meliputi kebutuhan untuk penyiapan lahan dan untuk lapisan air awal setelah transplantasi selesai. Untuk lahan yang sudah tidak ditanami, kebutuhan air untuk penyiapan lahan dapat ditentukan sebesar 30 mm. (Sumber : Departemen PU, Standar Perencanaan Irigasi KP 01, 2010)

#### 2.8.5 Perkolasi

Perkolasi adalah masuknya air dari daerah tak jenuh ke dalam daerah jenuh air, pada proses ini air tidak dapat dimanfaatkan oleh tanaman. Laju perkolasi sangat tergantung pada sifat – sifat tanah. Pada tanah lempung berat dengan karakteristik pengolahan laju perkolasi dapat mencapai 1–3 mm/hari. Pada tanah – tanah yang lebih ringan, laju perkolasi bisa lebih tinggi. Untuk menentukan laju perkolasi, perlu diperhitungkan tinggi muka air tanahnya.

Tabel 2.10 Perkolasi harian untuk padi

Bulan ke	Aktifitas	Perkolasi ( mm/hari)
1	Pembibitan	0
2	Pengolahan/Penanaman	6
3	Pemeliharaan	5
4	Pemeliharaan	4
5	Panen	0

(Sumber : Departemen PU, Standar Perencanaan Irigasi, KP 01, 2010)

Tabel 2.11 Perlokasi per Bulan

Perkolasi (mm/hari)	28 hari	30 hari	31 hari
0	0	0	0
6	168	180	186
5	140	150	155
4	112	120	124
2	56	60	62
0	0	0	0

(Sumber : Departemen PU, Standar Perencanaan Irigasi, KP 01, 2010)

### 2.8.6 Koefisien tanaman

Harga – harga koefisien tanaman dinyatakan pada tabel berikut :

Tabel 2.12 Koefisien Tanaman ( $K_c$ ) Padi Menurut Nedeco/Prosida dan FAO

Periode Tengah Bulanan	Padi (Nedeco/Prosida)		FAO		FAO Palawija
	Varitas Biasa	Varitas Unggul	Varitas Biasa	Varitas Unggul	
1	1.2	1.2	1.1	1.1	0.5
2	1.2	1.27	1.1	1.1	0.59
3	1.32	1.33	1.1	1.05	0.96
4	1.4	1.3	1.1	1.05	1.05
5	1.35	1.3	1.1	1.05	1.02
6	1.24	0	1.05	0.95	0.95
7	1.12	-	0.95	0	-
8	0	-	0	-	-

(Sumber : Departemen PU, Standar Perencanaan Irigasi, KP 01, 2010)

## 2.9 Dimensi Saluran

Setelah debit aitr masing-masing diketahui maka dapat dihitung dimensi saluran. Pada umumnya jaringan irigasi menggunakan saluran berbentuk trapesium, untuk menentukan dimensi saluran ini menggunakan tabel yang dikeluarkan oleh Direktorat Irigasi Pekerjaan Umum yang telah tercantum ukuran perbandingan

dimensi, kemiringan talud, dan lain-lain yang disesuaikan dengan debit yang dibutuhkan. Adapun langkah-langkah menentukan dimensi saluran, yaitu :

1. Menentukan debit air disawah (Q), m<sup>3</sup>/det

$$Q = A.a$$

2. Menentukan luas penampang saluran (F), m<sup>2</sup>

$$F = Q/V$$

3. Menentukan tinggi (h) dan lebar dasar saluran (b)

$$F_d = (b + m.h) h$$

4. Kecepatan desain (Vd)

$$V_d = Q/F_d$$

5. Menentukan keliling basah

$$O = b_d + 2h_d \sqrt{1 + m^2}$$

6. Jari-jari hidrolis (R)

$$R = F_d/O$$

7. Kemiringan saluran (I)

$$I = \left( \frac{V_d}{K \cdot R^{2/3}} \right)^2$$

Dimana :

Q = Debit air disawah (m<sup>3</sup>/det)

A = Luas area (m<sup>2</sup>)

a = Kebutuhan air pada sumbernya

F = Luas penampang saluran (m<sup>2</sup>)

O = Keliling basah (m)

V = Kecepatan aliran (m/det)

Vd = Kecepatan desain (m/det)

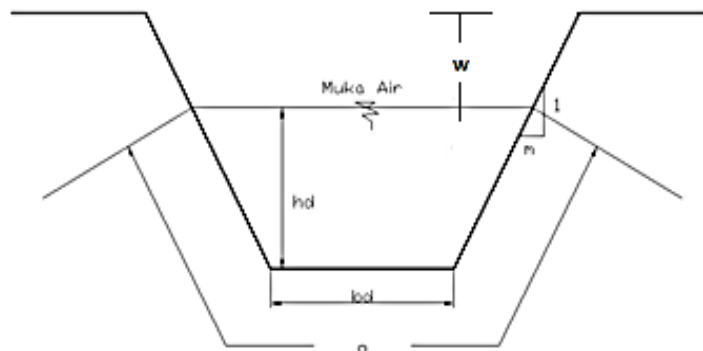
m = serong talud untuk tanah lempung biasa

I = Kemiringan saluran

R = Jari-jari hidrolis (m)

b = Lebar dasar saluran (m)

h = Tinggi saluran (m)



Gambar 2.6 Dimensi Saluran

Tabel 2.13 Karakteristik tanah sebagai bahan saluran

Karakteristik Tanah	$h < 1\text{m}$	$h > 1\text{m}$
Karang	1 : 0,25	1 : 0,5
Tanah liat	1 : 1	1 : 0,5
Tanah liat lempung dan tanah liat lumpur	1 : 1,5	1 : 2
Tanah liat berpasir atau tanah lumpur berpasir	1 : 2	1 : 3
Pasir, lempung berpasir atau tanah lunak atau tanah organis	1 : 3	1 : 4

(Sumber : Departemen Pu, Standar Perencanaan Irigasi KP 03, 31, 2010)

Tabel 2.14 Tipe jagaan berdasarkan jenis saluran dan debit air mengalir

Jenis saluran	Debit air ( $\text{m}^3/\text{det}$ )	$b/h$	Jagaan (m)	Lebar Tanggul	
				Tanpa jln inspeksi	Dengan jln inspeksi
Tersier	$< 0,5$	1	0,30	0,75	-
Sekunder	$< 0,5$	1 – 2	0,40	1,50	4,50
Saluran utama dan sekunder	0,50 – 1	2,0 – 2,5	0,50	1,50 – 2,0	5,50
	1 – 2	2,5 – 3,0	0,60	1,50 – 2,0	5,50
	2 – 3	3,0 – 3,5	0,60	1,50 – 2,0	5,50
	3 – 4	3,5 – 4,0	0,60	1,50 – 2,0	5,50
	4 – 5	4,0 – 4,5	0,60	1,50 – 2,0	5,50
	5 – 10	4,5 – 5,0	0,60	2,00	5,50
	10 – 25	6,0 – 7,0	0,75 – 1,0	2,00	5,00

(Sumber : Departemen Pu, Standar Perencanaan Irigasi KP 03, 34, 2010)

Tabel 2.15 Harga koefisien kekasaran Strickler

No	Debit rencana (m <sup>3</sup> /det)	Koefisien Strickler (k)
1	$Q > 10$	45
2	$5 < Q < 10$	42,5
3	$1 < Q < 5$	40
4	$Q < 1$	35

(Sumber : Departemen Pu, Standar Perencanaan Irigasi KP 03, 23, 2010)

Tabel 2.16 Pedoman menentukan dimensi saluran

Q (m <sup>3</sup> /dt)	N b/h	V ( m/dt) ( Untuk tanah biasa)	Kemiringan Talud tanah biasa	Keterangan (Nilai K)
0,000 – 0,150	1	0,25 – 0,30	1 : 1	60 = Saluran Pasangan
0,150 - 0,300	1	0,30 - 0,35	1 : 1	
0,300 - 0,400	1,5	0,35 - 0,40	1 : 1	50 = Saluran Terpelihara
0,400 - 0,500	1,5	0,40 - 0,45	1 : 1	
0,500 - 0,750	2	0,45 - 0,50	1 : 1	47,5 = $Q > 10$ m <sup>3</sup> /dt atau Saluran Induk
0,750 - 1,500	2	0,50 - 0,55	1 : 1	
1,500 - 3,000	2,5	0,55 - 0,60	1 : 1,5	45 = $Q = 5-10$ m <sup>3</sup> /dt atau Saluran Sekunder
3,000 - 4,500	3	0,60 - 0,65	1 : 1,5	
4,500 - 6,000	3,5	0,65 - 0,70	1 : 1,5	42,5= Saluran Muka
6,000 - 7,500	4	0,7	1 : 1,5	
7,500 - 9,000	4,5	0,7	1 : 1,5	40 = Saluran Tersier
9,000 - 11,000	5	0,7	1 : 1,5	
11,000 - 15,000	6	0,7	1 : 1,5	
15,000 - 25,000	8	0,7	1 : 2	
25,000 - 40,000	10	0,7	1 : 2	
40,000 - 80,000	12	0,8	1 : 2	

(Sumber : Departemen Pu, Standar Perencanaan Irigasi KP 03, Lampiran II, 2010)



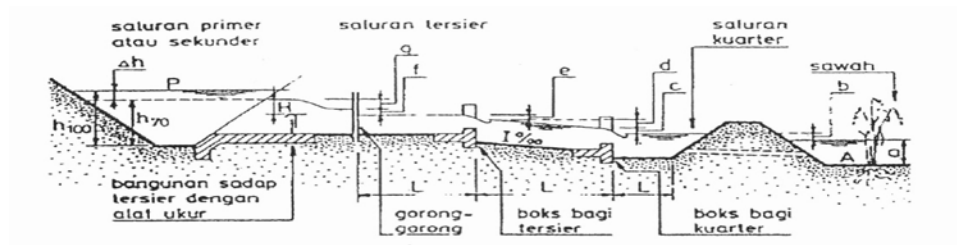
## 2.10 Menentukan Elevasi Muka Air Dalam Saluran

Dalam menentukan elevasi muka air pada saluran ditentukan dari tinggi muka tanah tertinggi pada suatu jaringan irigasi. Untuk menentukan elevasi muka air dekat pintu ukur sebelah hilir yaitu elevasi kontur pada sawah tertinggi ditambah 0,15 m ditambah selisih elevasi akibat kemiringan saluran.

Beberapa faktor yang harus dipertimbangkan dalam menentukan ketinggian (elevasi) muka air pada saluran diantaranya :

1. Muka air rencana pada saluran diupayakan berada dibawah atau sama dengan elevasi muka tanah aslinya sekitarnya, hal ini dilakukan supaya dapat mempersulit pencurian air atau penyadapan liar.
2. Mengupayakan pekerjaan galian dan timbunan seimbang, agar biaya pelaksanaan bias dibuat seminimal mungkin.
3. Muka air direncanakan cukup tinggi agar dapat mengairi sawah-sawah yang letaknya paling tinggi pada petak tersier.

Tinggi muka air pada bangunan sadap pada saluran sekunder atau primer dihitung berdasarkan kehilangan-kehilangan tekanan yang ada pada saluran tersebut.



Gambar 2.7 Elevasi Muka Air Di Saluran Primer/Sekunder

$$P = A + a + b + c + d + e + f + g + \Delta h + Z$$

Dimana :

P = Elevasi muka air di saluran Primer /Sekunder

A = Elevasi muka tanah tertinggi di sawah

a = Tinggi genangan air di sawah

b = kehilangan tinggi energi di saluran kwarter ke sawah= 5 Cm

- c = kehilangan tinggi energi di boks bagi kwarterm=5 cm/boks
- d = kehilangan energi selama pengaliran di saluran irigasi
- e = kehilangan energi di boks bagi=5 cm/boks
- f = kehilangan energi di gorong-gorong=5 cm/bangunan
- g = kehilangan tinggi energi di bangunan sadap
- $\Delta h$  = variasi tinggi muka air, 0.18 h (kedalaman rencana)
- Z = kehilangan energi di bangunan-bangunan lain  
(misalnya : jembatan, pelimpah samping, dll).

(Sumber : Departemen PU, Standar Perencanaan Irigasi KP 01, Perencanaan 69, 2010)

## 2.11 Pintu Air Romiyn

Pintu romiyn merupakan alat ukur ambang lebar yang bisa digerakkan (naik/turun) untuk mengatur dan mengukur debit di dalam jaringan saluran irigasi. Terbuat dari pelat baja dan dipasang diatas pintu sorong.

Ada 3 bentuk mercu pintu romiyn, diantaranya :

1. Bentuk mercu datar dan lingkaran gabungan untuk peralihan penyempitan hulu
2. Bentuk mercu miring ke atas 1:25 dan lingkaran tunggal sebagai peralihan penyempitan
3. Bentuk mercu datar dan lingkaran tunggal sebagai peralihan penyempitan.

Dilihat dari segi hidrolis, pintu romiyn dengan mercu horizontal dan peralihan penyempitan lingkaran tunggal adalah serupa dengan alat ukur ambang lebar, maka persamaan antara tinggi dan debitnya adalah :

$$Q = C_d \cdot C_v \frac{2}{3} \sqrt{\frac{2}{3} g} b_c h_1^{1.5}$$

Dimana :

$Q$  = debit  $m^3/det$

$C_d$  = koefisien debit

$C_d = 0,93 + 0,10 H_1/L$

$H_1 = h_1 + V_1^2/2g$

$C_v$  = koefisien kecepatan datang

$g$  = percepatan gravitasi,  $\text{m/det}^2$  ( $\pm 9,8$ )

$b_c$  = lebar meja, m

$h_1$  = tinggi energi hulu diatas meja, m lebar standar untuk alat ukur romiyn adalah 0,5 : 0,75 : 1,0 : 1,25 : dan 1,5 m

Tabel 2.17 Lebar standar pintu air romiyn

Tipe	Lebar	Tinggi Energi	Debit Max	Tinggi Meja
	(m)	(m)	(l/det)	(m)
I	0.5	0.33	160	$0.48+V$
II	0.5	0.5	300	$0.65+V$
III	0.75	0.5	450	$0.65+V$
IV	1	0.5	600	$0.65+V$
V	1.25	0.5	750	$0.65+V$
VI	1.5	0.5	900	$0.65+V$

(Sumber : Departemen PU, Standar Perencanaan Irigasi KP 04, 2010)

## 2.12 Bangunan Terjun

Bangunan terjun atau got miring diperlukan jika kemiringan permukaan tanah lebih curam daripada kemiringan maksimum saluran yang diizinkan. Bangunan semacam ini mempunyai empat bagian fungsional, masing-masing memiliki sifat-sifat perencanaan yang khas;

1. Bagian hulu pengontrol, yaitu bagian di mana aliran menjadi superkritis
2. Bagian di mana air dialirkan ke elevasi yang lebih rendah
3. Bagian tempat di mana energi diredam
4. Bagian peralihan saluran memerlukan lindungan untuk mencegah erosi

### 1) Bangunan terjun tegak

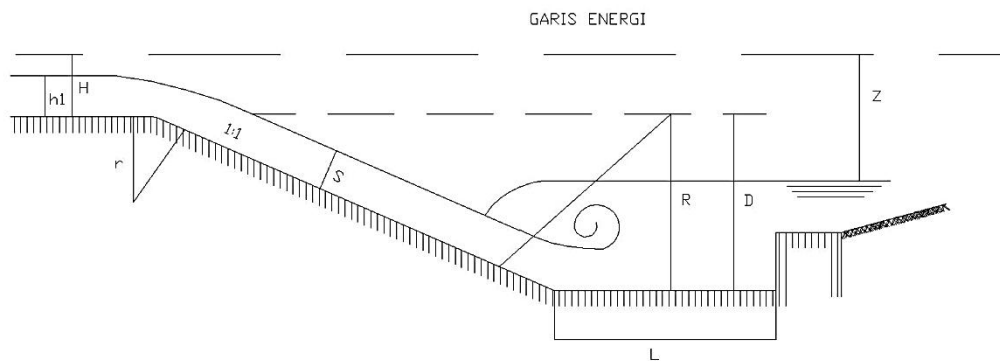
Bangunan terjun tegak menjadi lebih besar apabila ketinggiannya ditambah. Juga kemampuan hidrolisnya dapat berkurang akibat variasi di tempat jatuhnya pancaran di lantai kolam jika terjadi perubahan debit. Bangunan terjun sebaiknya tidak dipakai apabila perubahan tinggi energi, diatas bangunan melebihi 1,50 m.

Menurut Perencanaan Teknis Direktorat Irigasi (1980) tinggi terjun tegak dibatasi sebagai berikut :

- a. Tinggi terjun maksimum 1,50 meter untuk  $Q < 2,50 \text{ m}^3/\text{dt}$
- b. Tinggi terjun maksimum 0,75 meter untuk  $Q > 2,50 \text{ m}^3/\text{dt}$

## 2) Bangunan terjun miring

Bangunan terjun miring pada saluran pembawa digunakan jika tinggi terjunan  $1 < z < 2,5 \text{ m}$  umumnya ruang olah yang digunakan adalah tipe Vlughter. Jika dalam satu ruas saluran kondisi tanah dasarnya memiliki selisih tinggi lebih dari 2,5 m maka dalam ruas tersebut bisa direncanakan beberapa bangunan terjun. (Sumber : Departemen PU, Standar Perencanaan Irigasi KP 04, 136, 2010)



Gambar 2.8 Bangunan Terjun Miring

$$S = C \cdot H \sqrt{\frac{H}{z}}$$

$$H = h_1 + \frac{v^2}{2G}, C = \pm 0,40$$

$$\text{untuk } \frac{1}{3} < \frac{z}{H} < \frac{4}{3}, \text{ maka } D = 0,60 H + 1,40 z$$

$$a = 0,20 H \sqrt{\frac{H}{z}}$$

$$\text{untuk } \frac{4}{3} < \frac{z}{H} < 10, \text{ maka } D = H + 1,10 Z$$

$$a = 0,15 H \sqrt{\frac{H}{z}}$$

$$r \geq \frac{1}{2}H$$

$$L = D = R$$

Dimana:

S = tebal aliran di kaki tubuh bending

C = koefisien pengaliran,  $\pm 0,4$

H = tinggi energi

h1 = tinggi muka air di udik

z = selisih antara tinggi energi dan tinggi muka air hilir

L = panjang lantai olakan

D = tinggi lantai olakan

R = jari-jari lantai olakan

a = tinggi ambang akhir

V = varint =  $0,18 \times h1$

### 2.13 Manajemen Proyek

Manajemen dapat diartikan sebagai kemampuan untuk memperoleh suatu hasil dalam rangka untuk mencapai suatu tujuan melalui suatu kegiatan sekelompok orang. Menurut Sidharta Kamarwan, manajemen adalah kemampuan untuk memperoleh hasil dalam rangka pencapaian tujuan melalui kegiatan sekelompok orang. (Sumber: Ir. Irka Wideasanti, M.T & Lenggogeni, M.T, *Manajemen Konstruksi*, 2013)

Proyek adalah kegiatan yang berlangsung dalam jangka waktu terbatas dengan alokasi sumber daya tertentu dan dimaksudkan untuk melaksanakan tugas yang telah digariskan dengan jelas.

Menurut pendapat H.Kurzner, Manajemen Proyek adalah merencanakan, mengorganisasikan, memimpin, dan mengendalikan sumber daya perusahaan untuk sasaran yang telah ditentukan.

### 2.13.1 Rencana lapangan

Rencana lapangan adalah suatu rencana perletakkan bangunan pembantu atau darurat yang diperlukan sebagai sarana pendukung untuk melaksanakan pekerjaan tergantung besar kecilnya proyek. Rencana perletakan itu sendiri adalah bangunan – bangunan pembantu atau sementara. Misalnya direksi keet, gudang, pagar keliling, bengkel, pos keamanan dan sebagainya.

Tujuan pokok dalam perencanaan *site plan / site installation* adalah mengatur letak bangunan - bangunan fasilitas dan sarana pada proyek sedemikian rupa, sehingga pelaksanaan pekerjaan konstruksi dapat berjalan dengan :

#### 1. Efisien

Penempatan dari bangunan-bangunan fasilitas dan sarana pada proyek perlu diatur menurut kebutuhan sehingga diperoleh efisiensi kerja. Efisiensi kerja adalah pencapaian perbandingan terbaik antara sumber tenaga / daya dengan hasil pelaksanaan.

Oleh karena itu, letak bangunan-bangunan fasilitas dan sarana tersebut tidak boleh saling mengganggu satu dengan yang lainnya, baik jarak maupun ukurannya.

#### 2. Efektif

Penempatan bangunan-bangunan fasilitas dan sarana yang efektif pada proyek juga dibutuhkan dalam menunjang pekerjaan konstruksi. Efektif adalah dapat diselesaikannya suatu pekerjaan sesuai dengan rencana (*schedule*) kerja yang telah disusun.

Perencanaan *site plan / site installation* yang tidak efektif dapat mengakibatkan terjadinya keterlambatan proyek dan bertambahnya anggaran biaya proyek.

#### 3. Lancar

Yang dimaksud dengan lancar dalam perencanaan *site plan / site installation* adalah kelancaran pelaksanaan pekerjaan, terutama kelancaran transportasi / angkutan di lokasi proyek.

Pembuatan jalan kerja untuk mendukung kelancaran transportasi sangat erat hubungannya dengan perletakan bangunan-bangunan fasilitas dan sarana

proyek lainnya. Terganggunya kelancaran transportasi dapat mengakibatkan timbulnya hambatan pelaksanaan pekerjaan konstruksi sehingga jangka waktu pelaksanaan pekerjaan konstruksi dapat menyimpang dari rencana kerja yang telah tersusun.

#### 4. Aman

Salah satu tujuan dibuatnya bangunan-bangunan fasilitas dan sarana pada proyek adalah untuk keperluan keamanan dan keselamatan pekerjaan selama berlangsungnya kegiatan proyek.

Yang dimaksud dengan keamanan adalah menghindarkan gangguan pencurian, kehilangan dan kerusakan peralatan serta bahan-bahan bangunan. Sedangkan yang dimaksud dengan keselamatan adalah segala sesuatu yang berhubungan dengan keselamatan para tenaga kerja.

### 2.13.2 Rencana kerja (*time schedule*)

Rencana kerja adalah suatu pembagian waktu terperinci yang disediakan masing – masing bagian pekerjaan mulai dari bagian – bagian pekerjaan permulaan sampai dengan bagian – bagian pekerjaan akhir. Adapun tujuan dari rencana kerja adalah sebagai evaluasi dan melihat batas waktu serta melihat pekerjaan apakah lebih cepat, lama atau tepat waktu. Jenis – jenis rencana kerja adalah sebagai berikut :

#### 1. Diagram Balok / Bar Chart

Diagram balok disebut juga Gantt Bar chart atau disingkat Bar Chart sesuai dengan nama penemunya H.L Gantt pada tahun 1917. Bar Chart adalah diagram alur pelaksanaan pekerjaan yang dibuat untuk menentukan waktu penyelesaian pekerjaan yang dibutuhkan. Bar chart disusun dalam kolom arah vertikal dan arah horizontal. Data yang diperlukan dalam membuat Bar Chart adalah :

- 1) Proyek yang akan dilaksanakan
- 2) Daftar semua kegiatan yang akan dikerjakan untuk menyelesaikan proyek.
- 3) Hubungan antara masing – masing pekerjaan.

## 2. Kurva S

Kurva S adalah kurva yang menggambarkan kumulatif progres pekerjaan. Kurva tersebut dibuat berdasarkan rencana dan kenyataan dari suatu pekerjaan sehingga kita dapat melihat progress (kemajuan). Dari kurva S dapat diketahui presentase (%) pekerjaan yang harus dicapai pada waktu tertentu. Untuk menentukan bobot tiap pekerjaan harus dihitung terlebih dahulu volume pekerjaan dan biayanya, serta biaya nominal dari seluruh pekerjaan tersebut. Kurva S ini sangat efektif untuk mengevaluasi dan mengendalikan waktu dan biaya proyek.

Penampilan varian kurva S ditampilkan dalam bentuk grafis. Dalam penggambaran Kurva S terdiri dari dua sumbu, sumbu vertikal, menunjukkan nilai kumulatif biaya atau penyelesaian pekerjaan sedangkan sumbu horizontal menunjukkan waktu kalender. Kurva S juga mampu memperlihatkan kemajuan proyek dalam tampilan yang mudah dipahami.

## 3. *Network Planning/NWP*

*Network Planning* adalah salah satu model yang digunakan dalam menyelenggarakan proyek. Menurut Soetomo Kajatmo *Network Planning* merupakan sebuah alat manajemen yang memungkinkan dapat lebih luas dan lengkapnya perencanaan dan pengawasan suatu proyek. Adapun definisi proyek itu sendiri adalah suatu rangkaian kegiatan – kegiatan (aktivitas) yang mempunyai saat permulaan dan yang harus dilaksanakan serta diselesaikan untuk mendapatkan tujuan tertentu.

## 4. CPM (*Critical Path Method*)

CPM (*Critical Path Method*) adalah salah satu metode yang digunakan untuk merencanakan dan mengendalikan waktu proyek. Diagram jaring sering disebut diagram panah, karena kegiatan / aktifitas dalam jaringan dinyatakan dengan panah, digambar dengan simbol – simbol tertentu.

### 2.13.3 Rencana kerja dan syarat – syarat

Rencana Kerja dan Syarat – Syarat (RKS) adalah dokumen yang berisikan nama proyek berikut penjelasan beberapa jenis, besar dan lokasinya, tata cara



pelaksanaan, syarat – syarat pekerjaan, syarat mutu pekerjaan dan keterangan – keterangan lain yang hanya dapat dijelaskan dalam bentuk tulisan. RKS biasanya diberikan bersamaan dengan gambar yang menjelaskan mengenai proyek yang akan dilaksanakan.

#### 1. Syarat- Syarat Umum

Syarat – syarat umum meliputi :

- 1) Keterangan pemberian tugas.
- 2) Keterangan mengenai perencanaan.
- 3) Syarat – syarat peserta lelang.
- 4) Bentuk surat penawaran dan cara penyimpanan.

#### 2. Syarat – syarat administrasi

Syarat – syarat administrasi meliputi :

- 1) Sarat pembayaran
- 2) Tanggal penyerahan pekerjaan/ barang
- 3) Denda atas keterlambatan
- 4) Besarnya jaminan penawaran
- 5) Besarnya jaminan pelaksanaan.

#### 3. Syarat-syarat teknis

Syarat-syarat teknis meliputi :

- 1) Jenis dan uraian pekerjaan yang harus dilaksanakan.
- 2) Jenis dan mutu bahan yang digunakan

### **2.13.4 Rencana anggaran biaya (RAB)**

Rencana anggaran biaya adalah perhitungan banyaknya biaya yang diperlukan untuk bahan dan upah, serta biaya – biaya lain yang berhubungan dengan pelaksanaan bangunan atau proyek tersebut. Rencana Anggaran Biaya pada bangunan atau proyek yang sama akan berbeda – beda di masing – masing daerah, disebabkan karena perbedaan harga bahan dan upah kerja.

Dalam menyusun rencana anggaran biaya dapat dilakukan dengan 2 cara sebagai berikut :

#### 1. Rencana anggaran biaya kasar (Taksiran)

Sebagai pedoman dalam menyusun rencana anggaran biaya kasar digunakan harga satuan tiap persegi ( $m^2$ ) luas lantai. Rencana anggaran biaya kasar dipakai sebagai pedoman terhadap rencana anggaran biaya yang dihitung secara teliti. Walaupun rencana anggaran biaya kasar, namun harga satuan tiap  $m^2$  tidak terlalu jauh berbeda dengan harga yang dihitung secara teliti.

#### 2. Rencana anggaran biaya teliti

Rencana anggaran biaya teliti adalah anggaran biaya bangunan atau proyek yang dihitung dengan teliti dan cermat, sesuai dengan ketentuan dan syarat – syarat penyusunan anggaran biaya.

Sedangkan penyusunan anggaran biaya bangunan atau proyek yang dihitung dengan teliti, didasarkan atau didukung oleh :

- 1) Rencana kerja dan syarat- syarat
- 2) Gambar
- 3) Harga satuan dan upah.

#### **2.13.5 Volume pekerjaan**

Volume pekerjaan adalah menguraikan secara rinci besar atau volume suatu pekerjaan. Dalam menghitung besar volume masing – masing pekerjaan harus sesuai dengan gambar yang sudah ada.